

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan logam berat dalam air tanah dapat membahayakan masyarakat yang menjadikan air tanah sebagai alternatif sumber air bersih, karena sifat logam berat yang tidak dapat terurai sehingga terakumulasi dalam tubuh. Logam berat itu di antaranya adalah besi (Fe) dan mangan (Mn). Logam Fe dan Mn dalam air umumnya berasal dari batuan dan mineral besi dalam tanah yang larut dalam air (Poerwadio dan Masduki, 2004). Selain itu, dapat berasal dari masuknya pencemar akibat kegiatan manusia, seperti dari limbah domestik, limbah pertanian dan limbah industri di dekat sumber air tanah (Darmono, 2001). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui konsentrasi logam Fe pada air tanah di beberapa daerah di Kota Padang sebesar 3,2 mg/L (Andryas, 2017), sedangkan konsentrasi Mn sebesar 1,2 m/L (Revisha, 2019). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, baku mutu konsentrasi Fe dan Mn adalah 0,3 mg/L dan 0,4 mg/L. Konsentrasi logam Fe dan Mn yang tinggi dapat membahayakan kesehatan manusia seperti merusak lambung, hati, susunan syaraf, gejala insomnia, lemah pada kaki dan otot muka dan lain sebagainya (Darmono, 2001; Janelle dan Zheng, 2004). Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan pengolahan untuk menyisihkan zat pencemar logam yang terlarut dalam air tanah. Salah satu pengolahan air yang dapat dilakukan adalah proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu proses pengolahan air yang efektif dan sering digunakan untuk menyisihkan logam berat dengan memanfaatkan gaya tarik antar molekul dengan permukaan padatan (adsorben) (Montgomery, 1985). Adsorpsi dapat dilakukan dalam 2 (dua) sistem, yaitu sistem *batch* dan sistem kolom (Tchobanoglous, 2003). Proses adsorpsi sistem *batch* dilakukan dengan cara mengontakan adsorben dengan adsorbat dalam volume tetap dan diamati pada selang waktu tertentu (Ruthven, 1984). Sementara sistem kolom dilakukan dengan cara mengalirkan larutan kontaminan (adsorbat) ke dalam kolom yang berisi adsorben dengan kecepatan aliran tertentu (Somerville, 2007). Dalam kolom

adsorpsi, kecepatan aliran influen merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi proses adsorpsi. Model aliran influen yang dapat digunakan pada pengoperasian adsorpsi sistem ini yaitu *downflow* dan *upflow*. *Downflow* merupakan model aliran dari arah atas ke bagian bawah kolom sedangkan *upflow* merupakan model aliran dari arah bawah ke bagian atas kolom (Li, 2008).

Adsorpsi sistem kolom dapat dilakukan dengan dua cara yaitu kolom tunggal dan kolom majemuk. Adsorpsi kolom majemuk dapat dikonfigurasi secara paralel dan seri. Pada kolom adsorpsi konfigurasi paralel, aliran yang masuk akan dibagi sebanyak kolom yang digunakan. Sementara pada kolom adsorpsi konfigurasi seri, adsorbat akan mengalir melewati kolom secara bergiliran, sehingga terjadi proses adsorpsi berlanjut/bertingkat. Aplikasi kolom majemuk dengan konfigurasi seri relatif lebih banyak digunakan, karena terbukti mampu meningkatkan efisiensi penyisihan pencemar. Adsorpsi kolom majemuk dengan konfigurasi seri telah terbukti mampu menyisihkan logam Cr^{6+} , Ni^{2+} dan Li^{+1} dengan efisiensi penyisihan berkisar 98,2-99,7% dimana adsorben yang digunakan yaitu ampas tebu (Rico *et al.*, 2014; Ryu *et al.*, 2015)

Dewasa ini, banyak dilakukan penelitian adsorpsi menggunakan adsorben dari limbah-limbah pertanian seperti limbah ampas tebu, serabut kelapa, kulit jagung, jerami padi dan sekam padi. Sekam padi (kulit gabah) merupakan limbah hasil penggilingan padi untuk memperoleh beras. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot awal gabah (Patabang, 2012). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 54,60 juta ton gabah kering giling (GKG). Dari data tersebut dapat diperkirakan limbah sekam padi yang dihasilkan pada tahun 2019 sebesar 16,38 juta ton. Selama ini sekam padi hanya dimanfaatkan sebagai alas pakan ternak, media bercocok tanam, bahan bakar pada proses pembakaran batu merah, bahan baku pembuatan keramik atau dibuang begitu saja (Fuadi dkk, 2012). Dinding sel sekam padi yang mengandung protein, asam amino, lemak, dan serat kasar yang di dalamnya banyak mengandung gugus hidroksil, membuat sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai penjerap ion-ion logam berat di dalam air (Pujiastuti dan Saputro, 2008).

Beberapa penelitian pemanfaatan sekam padi sebagai adsorben telah dilakukan untuk penyisihan Fe dan Mn dengan sistem *batch* dan kolom. Pada sistem *batch* di antaranya penyisihan logam Fe dari larutan air dengan ukuran diameter sekam padi yang digunakan yaitu $\leq 600 \mu\text{m}$ dimana diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 2.999 mg/g pada dosis adsorben 8 mg/L (Kasman dkk, 2012). Pemanfaatan sekam padi yang diaktivasi dengan asam sitrat juga telah dilakukan untuk menyisihkan Mn dan didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 54,15% (Suhendrayatna dkk, 2017), Pada sistem kolom di antaranya adalah pemanfaatan sekam padi dalam penyisihan logam berat Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb dan Zn dari air limbah. Kolom yang digunakan terbuat dari kaca berdiameter 2,54 cm dan tinggi 100 cm. Didapatkan efisiensi penyisihan untuk semua logam mencapai 95-99% pada laju aliran 5 mL/min dan ketinggian *bed* 70 cm, dimana untuk Fe adalah 95,82% (Abbas dan Firas, 2013). Untuk penyisihan logam Mn telah dilakukan terhadap larutan artifisial menggunakan adsorben abu sekam padi, pada kolom berdiameter 3 cm dan tinggi 30 cm. Didapatkan efisiensi penyisihan Mn sebesar 96,59% pada laju aliran 10 mL/min dan ketinggian *bed* 22,5 cm (Li *et al.*, 2016)

Dalam rangka pendekatan aplikasi di lapangan dalam skala pengolahan air yang lebih besar dan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sekam padi, pengembangan penelitian kolom adsorpsi dengan sekam padi sebagai adsorben ini perlu dilakukan. Pengaruh kecepatan alir dan jumlah kolom yang digunakan dalam konfigurasi seri juga perlu dikaji agar didapatkan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi Fe dan Mn yang tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif teknologi pengolahan air tanah yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas air tanah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji kemampuan sekam padi sebagai adsorben pada aplikasi kolom adsorpsi untuk menyisihkan logam Fe dan Mn dari larutan air tanah artifisial.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi sekam padi sebagai biomaterial adsorben dalam menyisihkan logam Fe dan Mn dari larutan air tanah artifisial dengan kolom adsorpsi;
2. Menentukan kondisi optimum kolom adsorpsi meliputi kecepatan alir influen dan jumlah kolom yang digunakan untuk menyisihkan logam Fe dan Mn dari larutan air tanah artifisial.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah pertanian sekam padi yang belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai adsorben;
2. Menawarkan alternatif pengolahan air tanah sehingga dapat meningkatkan kualitas air tanah masyarakat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan terhadap larutan air tanah artifisial;
2. Percobaan menggunakan sekam padi yang didapatkan dari penggilingan padi di Kelurahan Koto Lua, Padang, Sumatera Barat;
3. Ukuran adsorben yang digunakan adalah ukuran asli dari sekam padi (Abbas dan Firas, 2013);
4. Kolom adsorpsi yang digunakan terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 19,5 cm;
5. Percobaan dilakukan dengan variasi kecepatan alir 2 gpm/ft² (313 mL/min) dan 3 gpm/ft² (470 mL/min) dengan aliran *upflow* (Reynolds dan Richards, 1996);
6. Jumlah kolom yang digunakan adalah 3 buah kolom yang dirangkai seri;
7. Percobaan kolom adsorpsi dilakukan selama 540 menit (9 jam) dengan pengambilan sampel setiap 90 menit;
8. Analisis konsentrasi logam dilakukan dengan metode *Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry* (ICP-AES).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pencemaran air tanah, karakteristik logam Fe dan Mn, kandungan senyawa logam Fe dan Mn dalam air tanah, adsorpsi dan kolom adsorpsi, adsorben *low-cost*, sekam padi sebagai adsorben, kurva *breakthrough* dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, percobaan kolom adsorpsi menggunakan larutan air tanah artifisial, serta tahapan pengolahan dan pembahasan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.